

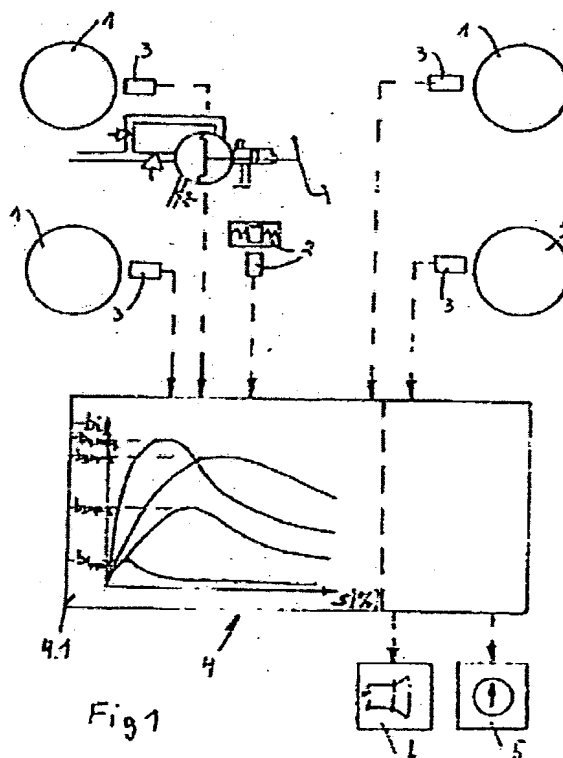
# Device for monitoring the utilisation factor of the coefficient of road friction prevailing in the braking and/or acceleration of a motor vehicle

**Patent number:** DE3705983  
**Publication date:** 1987-09-10  
**Inventor:** VOELCKERS JUERGEN (DE)  
**Applicant:** VOLKSWAGENWERK AG (DE)  
**Classification:**  
**- International:** B60T8/32; B60K28/16  
**- European:** B60T8/175; B60T8/1763D; B60T8/58  
**Application number:** DE19873705983 19870225  
**Priority number(s):** DE19863606972 19860304; DE19873705983 19870225

Report a data error here

## Abstract of DE3705983

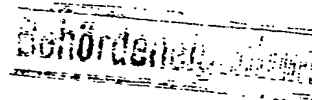
The slip characteristic curves for various, especially typical road conditions are stored in the memory units of a digital circuit module. In the processing units of this digital circuit module, the instantaneous wheel slip  $SR$  of the wheels is continuously calculated from speed and acceleration input signals supplied by sensors and a function  $SR = f(bF)$  is formed according to the vehicle acceleration  $bF$ , and the characteristic curve approximating closest to this function is then determined from the slip characteristic curves stored in the memory units, and the ratio  $F_{max}/N_{max}$  is then formed between the highest acceleration value  $bF_{max}$  detected and the highest acceleration value  $bN_{max}$  of the determined characteristic curve.





DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 37 05 983.1  
②2 Anmeldetag: 25. 2. 87  
④3 Offenlegungstag: 10. 9. 87



DE 37 05 983 A 1

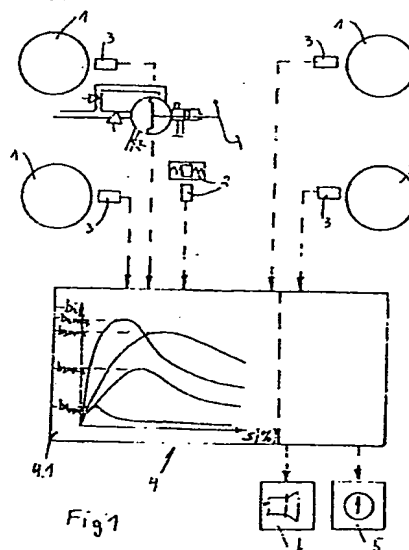
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
04.03.86 DE 36 06 972.8

⑦1 Anmelder:  
Volkswagen AG, 3180 Wolfsburg, DE

⑦2 Erfinder:  
Völckers, Jürgen, 3177 Großendorf, DE

⑤4 Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrades des vorherrschenden Fahrbahnreibwertes beim Bremsen und/oder Beschleunigen eines Kraftfahrzeuges

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrades des vorherrschenden Fahrbahn-Reibwerts beim Bremsen und/oder Beschleunigen eines Kraftfahrzeugs. In den Speichereinheiten einer digitalen Schaltungseinheit sind die Schlupfkennlinien für verschiedene besonders typische Fahrbahnzustände abgespeichert. In den Recheneinheiten dieser digitalen Schaltungseinheit werden zum einen aus von Sensoren gelieferten Drehzahl- und Beschleunigungs-Eingangssignalen laufend der momentane Radschlupf  $s_R$  der Räder errechnet und in Abhängigkeit von der Fahrzeugbeschleunigung  $b_F$  eine Funktion  $s_R = f(b_F)$  gebildet und zum anderen zunächst aus den in den Speichereinheiten abgespeicherten Schlupfkennlinien die dieser Funktion am nächsten kommende Kennlinie ermittelt und sodann das Verhältnis  $(b_{Fmax})/b_{Nmax}$  zwischen dem erfaßten höchsten Beschleunigungswert  $b_{Fmax}$  und dem höchsten Beschleunigungswert  $b_{Nmax}$  der ermittelten Kennlinie gebildet.



DE 37 05 983 A 1

## Patentanspruch

1. Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrades des vorherrschenden Fahrbahn-Reibwertes beim Bremsen und/oder Beschleunigen eines Kraftfahrzeugs, gekennzeichnet

a) durch Sensoren (2, 3) zur laufenden Erfassung der positiven und negativen Beschleunigung (b) des Fahrzeugs sowie der der Umfangsgeschwindigkeit ( $v_R$ ) proportionalen Drehzahl (n) mindestens eines der Räder (1),  
b) durch eine Speichereinheit (4.1) und Recheneinheiten enthaltende digitale Schaltungseinheit (4), der die Beschleunigungs- und die drehzahlabhängigen Signale (b, n) der Sensoren (2, 3) als Eingangssignale zugeführt sind, wobei

b1) in den Speichereinheiten (4.1) die Schlupfkennlinien  $b_i = f(s)$  bzw.  $s_i = f(b_i)$  für verschiedene besonders typische Fahrbahnzustände abgespeichert sind und

b2) in den Recheneinheiten zum einen aus den Eingangssignalen laufend der momentane Radschlupf  $s_R(t)$  des mindestens einen Rades (1) errechnet und eine Funktion  $s_R = f(b_i)$  gebildet wird und zum anderen zunächst aus den in den Speichereinheiten (4.1) abgespeicherten Schlupfkennlinien  $s_i = f(b_i)$  die dieser Funktion am nächsten kommende Kennlinie ermittelt und sodann das Verhältnis  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  zwischen dem erfaßten höchsten Beschleunigungswert  $b_{Fmax}$  und dem höchsten Beschleunigungswert  $b_{Nmax}$  der ermittelten Schlupfkennlinie gebildet wird, und

c) durch Anzeige- und/oder Signaleinheiten (5, 6) zur Anzeige des gebildeten Verhältnisses  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  und/oder zur Abgabe verschiedenartiger optischer oder akustischer Signale in Abhängigkeit davon, daß dieses Verhältnis vorgegebene Schwellwerte überschreitet.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrades des vorherrschenden Fahrbahn-Reibwertes beim Bremsen und/oder Beschleunigen eines Kraftfahrzeugs.

Die Verzögerung eines Kraftfahrzeugs beim Betätigen der Bremse und das Beschleunigen eines Kraftfahrzeugs beim Betätigen des Fahrpedals (Gaspedal) hängt u. a. stark von der Haftung zwischen der Fahrbahn und den Fahrzeugrädern, d. h. letztlich von der Größe des jeweils gerade vorherrschenden Fahrbahn-Reibwertes ab. Dieser kann bekanntlich je nach Art der Fahrbahn und je nachdem, ob diese trocken, naß oder sogar vereist ist, sehr unterschiedlich groß sein. Dementsprechend können die Räder eines Kraftfahrzeugs beim Bremsen auch sehr unterschiedlich schnell zum Blockieren bzw. beim Anfahren sehr unterschiedlich schnell zum Durchdrehen gelangen.

Der Fahrzeugführer muß seine Fahrweise auf den jeweils vorherrschenden Fahrbahnzustand abstimmen, was mitunter recht schwierig ist, weil ihm der Fahrbahnzustand bei Fahrtantritt im allgemeinen nicht gleich be-

kannt ist oder aber sich die Fahrbahnverhältnisse während der Fahrt auch ändern können.

Um beim Bremsen das Blockieren und/oder beim Anfahren das Durchdrehen der Räder zu verhindern, sind Anti-Blockier-Schutzeinrichtungen bzw. Antriebs-Schlupf-Regleinrichtungen bekannt, bei denen mit Hilfe von Radsensoren die Umfangsgeschwindigkeit und/oder die Drehbeschleunigung/-verzögerung der Räder erfaßt, daraus in Verbindung mit anderen Meßwerten der Schlupf der Räder u. ä. errechnet und bei Blockiergefahr bzw. Durchdrehgefahr durch geeignete Stellglieder regelnd in die Erzeugung des Bremsdruckes bzw. in die Gemischbildung des Fahrmotors eingegriffen wird.

Der regelungstechnische und anlagentechnische Aufwand für solche Anti-Blockier-Schutzeinrichtungen und Antriebs-Schlupf-Regleinrichtungen ist erheblich, weshalb solche Einrichtungen bisher im wesentlichen nur bei Fahrzeugen der gehobenen Preisklasse Anwendung gefunden haben.

Für Zugfahrzeuge mit einer Anti-Blockier-Schutzeinrichtung, welche einen Anhänger ohne solch Antiblockiersystem mitführen, ist auch bereits ein Warnsystem bekannt geworden (EP-OS 00 43 895), durch welches dem Fahrzeugführer — mit Anhängerbetrieb — optisch und/oder akustisch signalisiert wird, sobald beim Zugfahrzeug eine Blockierneigung auftritt. Die optische und/oder akustische Warneinrichtung wird dabei durch ein Signal der im Zugwagen installierten Anti-Blockier-Schutzeinrichtung selbst ausgelöst. Durch dieses optische oder akustische Warnsignal soll der Fahrzeugführer daran erinnert werden, daß zwar die Räder des Zugwagens infolge der installierten Anti-Blockier-Schutzeinrichtung nicht blockieren können, daß aber natürlich die Räder des Anhängers gegen ein Blockieren nicht geschützt sind.

Der Fahrzeugführer bekommt durch dieses Warnsignal die Möglichkeit, die Betätigung der Bremse so weit zurückzunehmen, daß voraussichtlich auch für den Anhänger keine Blockiergefahr mehr besteht.

Diese bekannte Warneinrichtung ist für den geschluderten Anhängerbetrieb eines Zugwagens mit Anti-Blockier-Schutzeinrichtung sicherlich von Vorteil, obgleich ihre Wirksamkeit u. a. auch davon abhängt, ob und wie stark der Anhänger beladen ist. Auch ist Voraussetzung für diese Warneinrichtung die Existenz einer kompletten Anti-Blockier-Schutzeinrichtung auf dem Zugwagen, wobei ein Warnsignal auch immer erst dann abgegeben wird, wenn tatsächlich bereits Blockiergefahr besteht.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, dem Fahrzeugführer — ohne wesentlichen anlagentechnischen Aufwand — eine einfache Möglichkeit an die Hand zu geben, während der Fahrt schnell und zuverlässig Aufschluß über den jeweils herrschenden Fahrbahnzustand zu erlangen, insbesondere aber eine Information über die Haftung der Fahrzeugreifen auf der Fahrbahn zu erhalten, d. h. eine frühzeitige Information darüber, ob beim Bremsen mit Blockiergefahr bzw. beim Beschleunigen mit der Gefahr des Durchdrehens der Räder zu rechnen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Einrichtung wird dem Fahrzeugführer bei jeder Betätigung der Betriebsbremse und bei jedem Anfahrvorgang unverzüglich eine Information über den Ausnutzungsgrad des vorherrschenden Fahrbahn-Reibwertes gegeben, d. h. eine In-

formation darüber, ob Blockier- bzw. Durchdrehgefahr besteht bzw. wie weit der vorliegende Betriebszustand von dieser Gefahr entfernt ist. Durch die erfindungsgemäße Einrichtung wird somit die Regelungsfähigkeit des Fahrzeugführers in besonderer Weise unterstützt, wenn dieser überlegt und vorausschauend bremst bzw. anfährt. Sie versetzt ihn lediglich in die Lage, das Fahrzeug optimal abzubremsen bzw. zu beschleunigen. Die erfindungsgemäße Einrichtung verschafft einem geübten Fahrzeugführer sogar die Möglichkeit, das Fahrzeug jeweils im Bereich der besten Bremswirkung zu bremsen, wozu z. B. Anti-Blockier-Schutzeinrichtungen nicht in der Lage sind, weil diese funktionsgemäß mit ihrer Regelfrequenz eine Bremsdruckmodulation (Druckabsenken, -halten, -anheben) durchführen, wodurch die Bremswirkung zwangsläufig zeitweise geringer ist als es vom Fahrbahnzustand her tatsächlich möglich wäre.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung die erfindungsgemäße Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrads des vorherrschenden Fahrbahn-Reibwertes und

Fig. 2 ein Flußdiagramm für die in dieser Einrichtung eingesetzten digitalen Schaltungseinheit.

Den nur angedeuteten vier Fahrzeugrädern 1 sind zur laufenden Erfassung ihrer Drehzahl  $n$  bzw. ihrer der Drehzahl proportionalen Umfangsgeschwindigkeit  $v_R$  Sensoren 3 zugeordnet, wie sie beispielsweise auch bei bekannten Anti-Blockier-Schutzeinrichtungen oder Antriebs-Schlupf-Regelungen verwendet werden.

Zur laufenden Erfassung der Fahrzeugbeschleunigung und -verzögerung d. h. der positiven und negativen Beschleunigung  $b$  des Fahrzeugs ist ein Beschleunigungssensor 2 vorgesehen. Hierzu kann grundsätzlich jeder bekannte Beschleunigungsmesser verwendet werden. Verwendung finden können insbesondere auch bekannte einfachste, auf dem Prinzip der Massenträgheit beruhende, karosseriefest montierte Beschleunigungssensoren, wie z. B. ein einseitig karosseriefest eingespannter und andererseits eine konzentrierte Masse tragender Biegestab, der bei Fahrzeugverzögerung und/oder -beschleunigung in Fahrzeuginnenrichtung auslenkbar ist, oder ein an Federn aufgehängter, in Fahrzeuginnenrichtung freibeweglicher Eisenkern, der mit einer elektrischen Spule zusammenwirkt. Beschleunigungsmesser dieser einfachen Art sind z. B. in der DE-OS 33 42 553 in Einrichtungen zur Ermittlung der zumindest annähernd wahren Fahrgeschwindigkeit eines Kraftfahrzeuges eingesetzt und erläutert.

Die Verwendung solcher einfachsten Beschleunigungsmesser setzt voraus, daß diese während der nicht kritischen, d. h. nicht radschlupfgefährdeten Betriebsphasen des Fahrzeuges durch Vergleich mit aus den von den Sensoren 3 gewonnenen Drehzahlsignalen ermittelten genauen Beschleunigungswerten laufend kalibriert, d. h. geeicht werden.

Die von den Sensoren 2 und 3 erzeugten Signale werden einer digitalen Schaltungseinheit 4 zugeführt, d. h. einer aus elektronischen Logik-Bausteinen aufgebauten elektronischen Schaltungseinheit, in der u. a. Speichereinheiten und Recheneinheiten enthalten sind. Diese digitale Schaltungseinheit ist lediglich symbolisch dargestellt, wobei die Speichereinheiten gestrichelt angedeutet und mit 4.1 beziffert sind.

Einzelheiten der digitalen Schaltungseinheit sowie

der Speichereinheiten und Recheneinheiten sind nicht weiter dargestellt, weil Sie für das Verständnis der Erfindung nicht erforderlich sind und weil dem Fachmann eine Vielzahl geeigneter elektronischer Bausteine, insbesondere auch Mikroprozessoren etc., zur Verfügung stehen, mit denen diese digitale Schaltungseinheit realisiert werden kann.

Erfindungsgemäß sind nun in den Speichereinheiten 4.1 der digitalen Schaltungseinheit 4 für die verschiedensten Fahrbahnzustände, insbesondere aber für besonders typische Fahrbahnzustände, die Schlupfkennlinien des Fahrzeuges abgespeichert, d. h. die Beziehung zwischen der Fahrzeugverzögerung/ -beschleunigung und dem Radschlupf. In Fig. 1 ist die Abspeicherung dieser Schlupfkennlinien prinzipienhaft durch Darstellung der Schlupfkennlinien  $b_i = f(s)$  angedeutet. Die Ordnungszahl  $i$  beträgt in diesem Falle 1 bis 4, weil vier Schlupfkennlinien dargestellt sind, z. B. eine Schlupfkennlinie 1 mit dem Kennlinienmaximum  $b_{1max}$ , die die Verhältnisse bei Glatteis repräsentiert, eine Schlupfkennlinie 2 mit dem Kennlinienmaximum  $b_{2max}$ , welche repräsentativ für nasse Straßen ist, eine Schlupfkennlinie 3 mit dem Kennlinienmaximum  $b_{3max}$ , durch welche z. B. trockene Blaubasaltstraßen verdeutlicht werden sollen und schließlich eine Schlupfkennlinie 4 mit dem Kennlinienmaximum  $b_{4max}$ , durch welche gute Straßen mit extremer Griffigkeit repräsentiert werden. In den Speichereinheiten 4.1 werden vorzugsweise mehr als die repräsentativ dargestellten besonders typischen Schlupfkennlinien abgespeichert. Die Speicherung dieser Schlupfkennlinien kann z. B. in Form eines Schlupfkatalogs erfolgen, in dem jede der  $i$  ( $i = 1$  bis  $n$ ) abgespeicherten Schlupfkennlinien durch ihre jeweiligen Wertepaare  $s, b$  beschrieben wird, so daß für jede der  $i$ -Schlupfkennlinien für einen bestimmten Verzögerungs- bzw. Beschleunigungswert  $b$  aus dem Schlupfkatalog ein zugehöriger Schlupfwert  $s$  entnommen werden kann.

In den nicht weiter dargestellten Recheneinheiten der digitalen Schaltungseinheit 4 werden einerseits aus den von den Sensoren 2, 3 gelieferten Eingangssignalen in einem z. B. von einem getakteten Zähler vorgegebenen Takt laufend der momentane Radschlupf  $s_R(t)$  der Räder 1 errechnet und eine Funktion  $s_R = f(b_F)$  bzw. entsprechende Wertepaare zwischen Radschlupf  $s_R$  und Fahrzeugbeschleunigung  $b_F$  gebildet. Andererseits wird in den Recheneinheiten gleichzeitig zunächst aus den in den Speichereinheiten 4.1 abgespeicherten Schlupfkennlinien, die dieser ermittelten Funktion  $s_R = f(b_F)$  am nächsten kommende Kennlinie ermittelt, z. B. durch Vergleich der ermittelten Wertepaare mit den abgespeicherten Wertepaaren, und sodann das Verhältnis  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  zwischen dem erfaßten höchsten Beschleunigungswert  $b_{Fmax}$  und dem Kennlinienmaximum  $b_{Nmax}$  der ermittelten abgespeicherten Schlupfkennlinie (für  $i = N$ ) gebildet.

Durch den Vergleich der mit Hilfe der Sensorsignale errechneten Kennlinie  $s_R = f(b_F)$  mit den abgespeicherten Schlupfkennlinien wird aus diesem Kennlinienfeld quasi die Schlupfkennlinie herausgesucht, die mit dem gerade vorherrschenden Fahrbahnzustand übereinstimmt. Aus dieser quasi "wiedererkannten" Schlupfkennlinie läßt sich dann die für diesen Fahrbahnzustand maximal denkbare Verzögerung  $b_{imax}$  für  $i = N$  also  $b_{Nmax}$  ablesen.

Das Verhältnis zwischen der tatsächlichen maximalen Fahrzeugverzögerung  $b_{Fmax}$  und der für den herrschenden Fahrbahnzustand maximal denkbaren Verzögerung

$b_{Nmax}$  gibt also einen aussagekräftigen Wert darüber an, wie nahe oder wie weit entfernt sich die Räder 1 vom Blockieren bzw. vom Durchdrehen befinden.

Durch eine Anzeigevorrichtung 5 wird dieses Verhältnis  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  angezeigt, so daß der Fahrzeugführer beim Bremsen und/oder Beschleunigen des Kraftfahrzeugs ständig unverzüglich darüber informiert ist, wie weit er den vorherrschenden Fahrbahn-Reibwert ausnutzt. Ihm wird dadurch stark erleichtert, seine Fahrweise, also das Bremsen und Beschleunigen, vorausschauend so einzurichten, daß er ein Blockieren bzw. ein Durchdrehen der Räder vermeidet. Hierbei könnte z. B. auch eine optische Signaleinrichtung Anwendung finden, bei der durch unterschiedliche Farbsignale — z. B. grün, gelb, rot — signalisiert wird, wie klein oder wie groß die Gefahr des Blockierens bzw. Durchdrehens der Räder gerade ist.

In einfacher Weise ist es auch möglich, das ermittelte Verhältnis  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  mit vorgegebenen, insbesondere abgestuften Schwellwerten zu vergleichen und jeweils bei Überschreiten dieser einzelnen Schwellwerte mit Hilfe einer Signaleinrichtung, z. B. mit einer akustischen Signaleinrichtung 6, abgestufte Signale abzugeben.

Zur Verdeutlichung der Erfindung ist in Fig. 2 noch ein Flußdiagramm für einen denkbaren Funktionsablauf 25 prinzipienhaft dargestellt.

Die durch die Sensoren 3 erfaßten Drehzahlen  $n$  bzw. die diesen proportionalen Umfangsgeschwindigkeiten  $v_R$  der vier Räder 1 werden durch einen Multiplexer nacheinander einerseits zur Berechnung der Radbeschleunigung  $\frac{d}{dt}(v_R)$  und andererseits zur Berechnung des Radschlupfes  $s_R(t)$  verwendet. Die Radbeschleunigung wird benötigt, um den vom Beschleunigungssensor 2 gelieferten Beschleunigungswert  $b$  während der unkritischen Betriebsphasen, d. h. wenn weder gebremst noch angefahren wird, zu kalibrieren bzw. zu eichen, wenn einer der vorerwähnten sehr einfachen Beschleunigungsmesser Anwendung findet und einen Nullabgleich bei Fahrbahnsteigung bzw. -gefälle durchzuführen. Die für den Nullabgleich herangezogenen unkritischen Betriebsphasen können z. B. durch einen Bremslichtschalter oder einen Kupplungsschalter signalisiert werden. Mit Hilfe des Nullabgleichs wird also letztlich ein ausreichend genauer Fahrzeugbeschleunigungswert  $b_F$  zur Verfügung gestellt, der einmal in einer Integrationsstufe zur Errechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  und andererseits zur Bildung der Funktion  $s_R = f(b_F)$  dient. Der Wert  $v_{0R}$  in der Gleichung für die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  gibt die über die gemessenen Radumfangsgeschwindigkeiten  $v_R$  errechnete Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitpunkt des Brems- bzw. Anfahrbeginns an.

Der Vergleich zwischen der aus den Sensorsignalen ermittelten Kennlinie  $s_R = f(b_F)$  und den in den Speichereinheiten 4.1 abgespeicherten Schlupfkennlinien bzw. der Vergleich zwischen den erfaßten Wertepaaren  $s_R, b_F$  und den im Schlupfkatalog abgespeicherten Wertepaaren für die verschiedenen Schlupfkennlinien kann z. B. durch Bildung der Summe der Quadrate der Differenzen zwischen den ermittelten und den abgespeicherten Schlupfwerten gebildet werden, was im Flußdiagramm gemäß Fig. 2 mit der Abweichung  $A_i$  angedeutet ist.

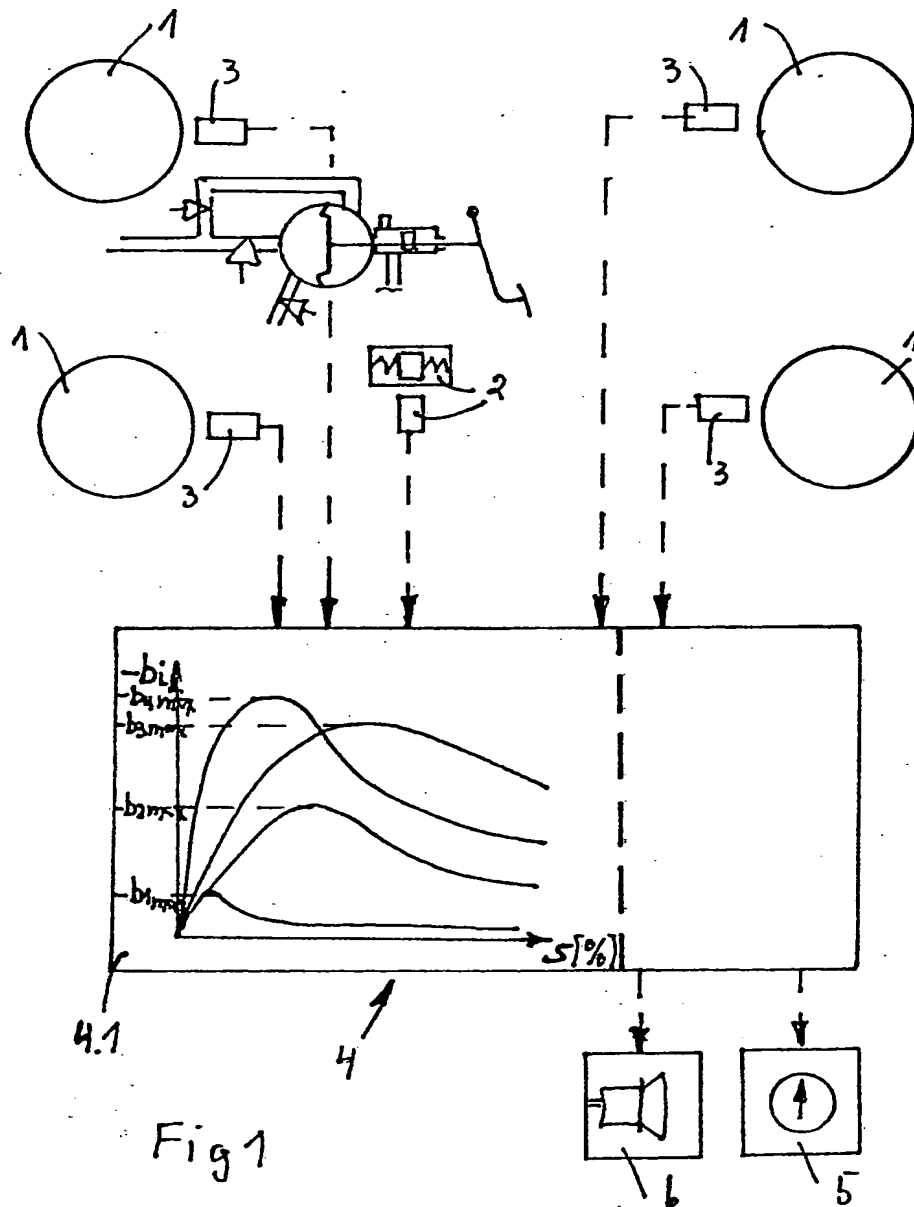
Über diese kleinste Abweichung  $A_i$  wird aus dem Schlupfkatalog letztlich die Kennlinie  $N$  ausgewählt, die dem gerade vorherrschenden Fahrbahnzustand entspricht bzw. am ähnlichsten ist, woraus sich aus dem

zugehörigen Kennlinienmaximum die maximal denkbare Verzögerung  $b_{Nmax}$  ergibt. Dargestellt ist im Flußdiagramm noch, daß stets routinemäßig überprüft wird, ob das ermittelte Ergebnis auch sinnvoll ist. Hierzu wird die ermittelte kleinste Abweichung  $A_N$  mit einem vorgegebenen Relevanzwert  $R_N$  verglichen und nur dann, wenn die ermittelte Abweichung kleiner als diese Relevanzkonstante ist, wird das ermittelte Verhältnis  $b_{Fmax}/b_{Nmax}$  auch angezeigt.

Durch den Vergleich mit der Relevanzkonstante wird verhindert, daß durch Fahrbahnbelagsänderungen oder zu starke Radschwankungen bedingte Zufallswerte in die Anzeige eingehen. Wenn und solange diese Relevanzkontrolle nicht positiv verläuft, wird jeweils ein neuer Meßzyklus durchlaufen.

Nummer:  
 Int. Cl. 4:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

37 05 983  
 B 60 T 8/32  
 25. Februar 1987  
 10. September 1987



VOLKSWAGEN  
 Aktiengesellschaft  
 K 3902/1

ORIGINAL INSPECTED

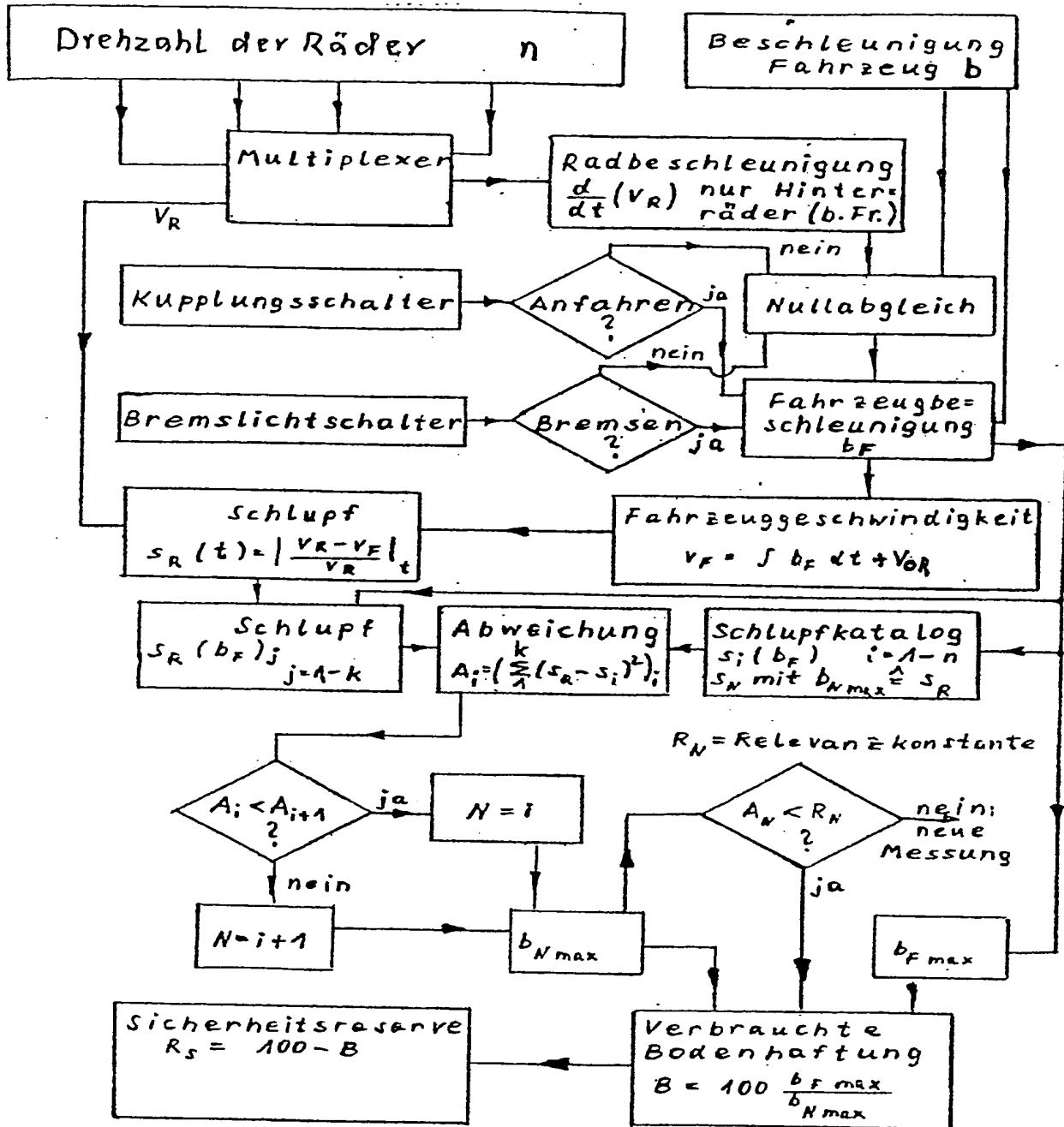


Fig 2

VOLKSWAGEN  
Aktiengesellschaft

K 3902/2

ORIGINAL INSPECTED